

# 施工项目技术整合风险识别与评价研究

聂增民<sup>1,2</sup>, 陈立文<sup>2</sup>

(1. 上饶师范学院 科研处, 江西 上饶 334001; 2. 河北工业大学 经济管理学院, 河北 天津 300401)

**摘要:**施工项目技术整合风险是施工项目组织(项目经理部)为了实现工程项目目标而开展施工项目技术整合活动存在的不确定性和可能发生的危险。结合施工项目技术整合风险管理调查,构建了施工项目技术整合风险因素“递阶层次模型”;运用层次分析法(AHP)识别和归集了施工项目技术整合风险因素及其权重,并进一步判定了施工企业技术整合风险管理水平。其中进度风险( $U_1$ )和成本风险( $U_4$ )指标所占比重较高,这与施工进度和成本费用指标是施工项目技术整合管理的核心内容相吻合,而成本风险中作业延期风险( $U_{43}$ )所占比重 17.58%,为最大风险,与整个项目管理相吻合。进一步探讨了施工项目技术整合风险的应对措施及需要注意的前沿性问题。

**关键词:**施工项目;技术整合风险;识别与评价

**中图分类号:**F273.1    **文献标识码:**A    **文章编号:**1008 - 7192(2020)05 - 0063 - 07

20 世纪末,项目管理理论与方法从形成到成熟,已经建立了相对完整的知识体系,并在各行各业得到广泛推广和应用。风险管理是项目管理知识领域的重要内容。自 2010 年以来,风险管理已占据项目管理研究不容置疑的核心地位。在工程项目管理实践中,实施恰当的风险管理“有助于决策更加科学化、合理化,保障工程项目的顺利实施”<sup>[1]</sup>。在国内,随着改革开放的不断深化,工程项目风险管理得到进一步加强,施工项目技术整合风险成为工程项目风险管理的重要内容。

## 一、施工项目技术整合风险概念界定

在管理活动中,风险具体表征为一个非线性的复杂的运动过程。在狭义上,风险是指某种损失的不确定性,即“不希望发生的事件发生的可能性以及发生后可能的后果”<sup>[2]72</sup>;而在广义上,风险的概念则包含了有利的不确定性或机会。就企业而言,从战略管理到生产经营管理,每个环节都存在潜在的风险,而对风险管理的成功与否,是关系到企业管理成败的重要环节。按照系统科学的观点,“风险因素、风险事故、

风险损失”三要素构成风险因果关系的链条,即“风险因素的产生或增加,造成风险事故的发生,风险事故的发生则又成为导致损失的直接原因”<sup>[3]6</sup>。换言之,风险表征了一个事件发生某个后果的“不确定性”以及造成“损失”的严重程度。

1993 年哈佛商学院 Marco Iansiti 教授最先提出技术整合(technology integrate)的概念,即通过组织过程把企业或组织既有的资源、工具和技术方法应用于生产实践,实质上就是技术整合的过程。换言之,技术整合就是企业或组织以改进企业或项目团队利用知识或技术资源配置效率为目的,而进行的集知识、技术、环境等资源于一体的过程或活动。因此说,技术整合既是一种创新方法,也是一个系统解决问题的过程。而在施工项目管理领域,探讨施工项目团队如何把经验知识转化为现实生产力的过程,以推进项目科学组织生产、提升降本增效的能力,就属于技术整合研究的范畴。本文认为,施工项目技术整合就是以施工企业或项目团队为主体,以施工生产组织与管理为对象,通过激发各“参与方”创新创造的积极性和能力,整合多门类施工知识、多种类施工技术及相关商业理念,形成优化的施工组织和施工作业方案,从而实现施工组织

收稿日期:2020-01-16

**作者简介:**聂增民(1965 - ),男,河北工业大学经济管理学院博士研究生,法学博士,高级经济师,研究方向为项目管理理论与实践;陈立文(1964 - )男,河北工业大学经济管理学院教授,博士,博士生导师,研究方向为项目管理与风险控制、技术经济与投资决策、金融工程与风险管理。E-mail: 295389037@qq.com

和施工作业过程中创新要素之间的非线性叠加与组合变换,并改进企业或项目团队利用知识或技术资源配置的效率,提升施工项目管理的增值水平。由于施工项目技术整合活动存在潜在风险,并且其损失的不确定性:一方面表征为负偏离,另一方面也存在正偏离。这就要求开展施工项目技术整合模式运行风险管理,尤其要厘清风险因素管理关系。

综上,施工项目技术整合风险就是施工项目组织(项目经理部)为了实现工程项目目标而开展施工项目技术整合活动存在的不确定性和可能发生的危险。假设施工项目技术整合活动成功与否的标准仅仅用成本费用指标测量,那么,施工项目技术整合风险就表征为“既定的计划对成功构成的威胁”<sup>[4]36</sup>。事实上,所谓的“成本费用”主要体现为技术措施费用(简称“技措费”,用 $K$ 表示,单位:万元)。这里用纵坐标表示技措费( $K$ ),用横坐标表示风险强度( $X$ ),如图1所示。

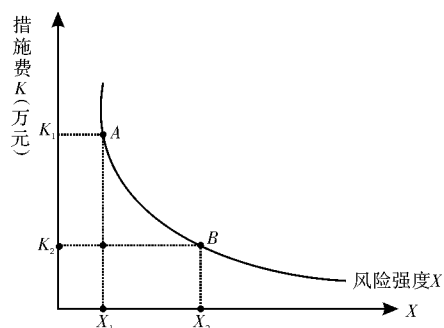


图1 风险效率的选择

从图1可知, $K_1 > K_2$ ,  $X_1 < X_2$ ,即在施工过程中,威胁的强度越大,措施费用越小。换言之,通过增加预期成本就可以降低风险。这样,就可以进行施工项目技术整合风险效率的选择方案的决策。如在施工过程中,若对现场脚手架、个人劳动保护用品等与HSE相关的投入增加,就可以降低安全管理的风险强度。但如果提高施工作业人员的综合素质,或者通过技术进步和管理创新降低措施费用,并非增加风险强度。这里涉及如何处理“风险因素、风险事故、风险损失”三要素关系的问题。为此,可将风险系统表示为:

$$R = (\{A, P, C\}, F)$$

式中, $R$ 表示风险系统, $A$ 表示“风险事件集合”, $P$ 表示“某事件发生的概率集合”, $C$ 表示“风险事件发生结果的集合”, $F$ 表示 $A$ 、 $P$ 、 $C$ 之间的关系。

就施工项目而言,首要的风险是关于技术整合活

动选择的,以及“考虑人员偏好、心理因素、互相信任等主观因素”<sup>[5]</sup>。在这个意义上,施工项目技术整合风险管理就是以“干系人”主动合作为条件,通过项目技术整合活动决策与实施过程管控从而实现技术整合项目风险的最小化、盈利机会的最大化。

## 二、施工项目技术整合风险结构模型及分析

就风险管理而言,风险识别是风险分析和采取措施之前的必要过程。由于风险管理决策“不仅仅依据风险事件发生的概率及其带来损失程度,还与业主、承包商等‘干系人’的个性特征具有密切关系”<sup>[6]</sup>。同时,由于施工项目风险通常具有一定的隐蔽性,如果不能识别,风险因素就不可能被控制或转移。因此,需要通过施工项目技术整合风险管理调查,探讨施工项目技术整合风险因素“递阶层次模型”,并对风险因素递阶层次模型进行深入的分析。

### 1. 施工项目技术整合风险因素“递阶层次模型”构建

企业调查是一种感性的认识活动,重在运用观察、询问等方法获取施工企业技术创新情况、施工项目技术整合情况以及相关事实和数据资料等。就管理流程而言,项目风险识别主要包括过程输入、过程机制、过程控制和过程输出等环节。风险识别的过程机制主要指该活动使用的方法、技巧、工具或手段,如施工技术整合风险的清单、管理表单、数据库等;并强调项目的资源、项目的需求如合同需求、组织标准等;项目的风险管理能力,如谁有责任和权力等。风险管理的“输出”是对所识别的风险和场景进行描述(简要说明),如输出项目风险来源表、说明主要存在的风险征兆、风险类别等。

随着计算机及信息网络的飞速发展,工程项目风险管理已经更多地依赖计算机技术,即“借用大型计算机网络平台的数据处理能力,通过模拟仿真工程项目的执行过程,使管理团队更好地开展工程项目风险管理”<sup>[7]</sup>。这里主要基于施工项目技术整合风险管理实践的调查研究,构造施工项目技术整合风险“递阶层次结构模型”,即应用层次分析(AHP)法,通过对施工项目“技术整合问题”的条理化、层次化,从而构造出表征施工项目技术整合系

统风险管理属性及其内在联系的“递阶层次结构模型”。对石油建设工程施工项目技术整合风险进行归集处理,构造的“递阶层次结构模型”(图 2)。

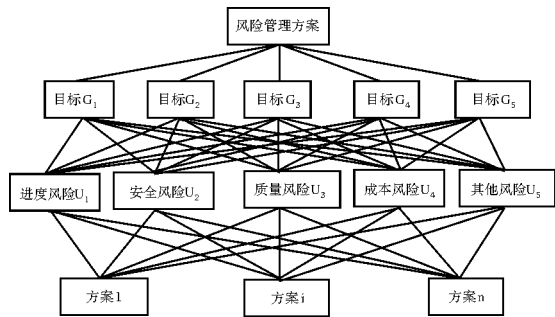


图 2 施工项目技术整合风险归集

在实际建模和操作过程中,“递阶层次结构模型”包含的具体层数由对象系统的复杂程度和项目团队决策的实际需要而定。对施工项目技术整合风险管理而言,构造一个合理而简洁的层次结构模型,是科学合理开展风险管理分析和决策的关键。

2. 施工项目技术整合风险因素递阶层次模型分析

在施工项目执行过程中,根据项目风险对管理系统目标实现程度的影响,可将技术整合风险可以划分为技术整合项目进度风险、技术整合项目质量风险、技术整合项目安全风险、技术整合项目成本风险以及技术整合项目其他风险等。对于某种大型而复杂的施工项目,如具有特定的工期、质量、安全和成本等目标要求和条件限制,即:其目标能否实现对施工项目各参与方具有特别重大的影响,则项目各参与方在项目各个阶段都将面临技术整合目标能否顺利实现的风险,需要给予认真分析和研究。

随着科技的发展,管理技术和方法得到改进,但施工风险事故造成的损失也随之增大。尤其是对于新技术含量或技术整合水平高的项目,其实施过程常常潜在存在较大的风险。换言之,技术越复杂、越先进,现场事故潜在存在的损失的风险就越大;项目技术整合水平越高,项目技术收益也越高,但潜在存在的风险管理难度也会增加。为此,项目团队需要在有限的空间和具体的实施阶段内,通过风险识别与管理持续改变风险存在和发生的条件,从而降低风险发生的频率和减轻因风险事故发生带来损失程度。施工项目技术整合风险层次识别见表 1 所示。

表 1 施工项目技术整合风险层次识别

总风险	风险类型	序号	风险因素
施 工 项 目 技 术 整 合 总 风 险 $U$	进度风险 $U_1$	1	图纸设计风险 $U_{11}$
		2	作业准备风险 $U_{12}$
		3	作业计划风险 $U_{13}$
		4	作业组织风险 $U_{14}$
		5	作业指挥风险 $U_{15}$
		6	作业控制风险 $U_{16}$
	安全风险 $U_2$	7	作业创新风险 $U_{17}$
		8	安全教育风险 $U_{21}$
		9	安全策划风险 $U_{22}$
		10	安全实施风险 $U_{23}$
		11	安全检测风险 $U_{24}$
		12	安全改进风险 $U_{25}$
	质量风险 $U_3$	13	操作技能风险 $U_{31}$
		14	作业机具风险 $U_{32}$
		15	材料缺陷风险 $U_{33}$
		16	作业措施风险 $U_{34}$
		17	作业环境风险 $U_{35}$
		18	材料价格风险 $U_{41}$
	成本风险 $U_4$	19	作业标准风险 $U_{42}$
		20	作业延期风险 $U_{43}$
		21	作业变更风险 $U_{44}$
		22	地理位置风险 $U_{51}$
	其他风险 $U_5$	23	气候条件风险 $U_{52}$
		24	社会条件风险 $U_{53}$

在表 1 中,本文运用风险管理的技术和方法,对施工项目技术整合风险因素进行分析,以确定风险事件大小的先后顺序及其内在联系,厘清了各个风险之间的相互关系,确定风险发生的概率,预测潜在风险可能带来的损失。同时,基于对施工项目主要风险因素归集,运用层次分析法(AHP),将复杂系统的问题分解为若干层次和若干要素,并进行比较、判断和计算,从而得到各个风险因素的权重。一般而言,项目风险是客观存在的,但何时发生、发生的后果都难以准确预测。在施工项目管理各个阶段,随着项目向前推进,有些风险能够得到控制,有些风险会变得更加危险,以至于影响到项目管理的增值与成功,尤其是大型施工项目,由于风险因素多,风险的可变性更加明显。在这个意义上,风险管理施工项目技术整合实践中是一种高层次的综合性管理工作,即集“施工项目技术整合进度风险、质量风险、安全风险、成本风险及其他风险”于一体,表现出内在关系错综复杂,并且各个风险因素之间与外界因素交叉影响多层次性特征。

风险管理是一项综合性的管理工作。施工项

目技术整合风险管理主要基于施工项目风险环境及管理目标,对施工过程中的技术整合项目风险因素进行分析和评估,从而实现优化决策的过程。如施工项目技术整合风险识别,施工项目技术整合风险估计,施工项目技术整合风险评价和施工项目技术整合风险控制等。在这个意义上,施工项目技术整合风险管理,一方面坚持整体性管理原则,坚持主动、及时、全过程的管理原则;另一方面还要坚持综合、系统、全方位管理原则,坚持可行、适用、有效性的管理原则。概言之,就是经济、合理、先进性原则,以保证施工项目技术整合项目风险管理目标的顺利实施与有效管控。

### 三、施工项目技术整合风险评估与评价实证分析

20世纪末,项目管理理论与方法从形成到成熟,已经建立了相对完整的知识体系,并在各行各业得到广泛推广和应用。如施工项目 HSE 管理尤其是安全科学与工程,从研究事故以及引发事故的物质和能量,逐渐“转向复杂系统的安全及其灾难的防控”<sup>[8]</sup>。按照系统科学的观点,“风险因素、风险事故、风险损失”三要素构成风险因果关系的链条,而“风险管理目标和组织的风险要求紧密联系,决定着组织经营活动中对风险的容忍度”<sup>[9]</sup>。在施工项目实施过程中,减少风险因素就减少了风险事故的发生。为此,要求对施工项目技术整合风险进行估计与评价。

#### 1. 指标选取

基于对风险后果的分析,施工项目风险可划分为项目纯粹风险(pure risks)和项目投机风险(speculative risks)。纯粹风险只会造成损失,没有获得利益的可能,如各种自然灾害的发生导致的损失。虽然投机风险可能带来机会、获得收益,但也隐含潜在存在风险的威胁和造成损失不确定性。本文运用专家调查法识别和归集了施工项目技术整合风险指标。

(1)针对施工项目技术整合潜在风险的指标,主要包括进度风险( $U_1$ ),健康安全与环境(HSE)风险( $U_2$ ),质量风险( $U_3$ ),成本风险( $U_4$ ),其他风险( $U_5$ )等。

(2)针对施工项目技术整合准则层风险确定次

级风险指标。如安全风险( $U_2$ )包括安全教育风险( $U_{21}$ )、安全策划风险( $U_{22}$ )、安全实施风险( $U_{23}$ )、安全检测风险( $U_{24}$ )、安全改进风险( $U_{25}$ )等。

由于施工项目技术系统的复杂性,故在施工项目运行中存在施工工艺复杂和施工成本不确定性的风险,加之现场施工条件、工程设计变更、承包商施工技术水平和经验、业主对项目进度要求和相关各方对质量的要求等级与严格程度等,都会不同程度加大施工项目技术整合风险管理难度。

#### 2. 指标体系构建

针对施工项目技术整合活动确定潜在风险指标(一级指标( $U_i$ ),二级指标( $U_{ij}$ ),构建施工项目风险评价指标体系(表2)。

表2 施工项目技术整合风险层次识别

总风险	一级指标( $U_i$ )	二级指标( $U_{ij}$ )	指标权重( $U_i/U_{ij}$ )
施工项目技术整合总风险 $U$	进度风险 $U_1$	图纸设计风险 $U_{11}$	
		作业准备风险 $U_{12}$	
		作业计划风险 $U_{13}$	
		作业组织风险 $U_{14}$	
		作业指挥风险 $U_{15}$	
	安全风险 $U_2$	作业控制风险 $U_{16}$	
		作业创新风险 $U_{17}$	
		安全教育风险 $U_{21}$	
		安全策划风险 $U_{22}$	
		安全实施风险 $U_{23}$	
	质量风险 $U_3$	安全检测风险 $U_{24}$	
		安全改进风险 $U_{25}$	
		操作技能风险 $U_{31}$	
		作业机具风险 $U_{32}$	
		材料缺陷风险 $U_{33}$	
	成本风险 $U_4$	作业措施风险 $U_{34}$	
		作业环境风险 $U_{35}$	
		材料价格风险 $U_{41}$	
		作业标准风险 $U_{42}$	
		作业延迟风险 $U_{43}$	
	其他风险 $U_5$	作业变化风险 $U_{44}$	
		区域施工风险 $U_{51}$	
		气候条件风险 $U_{52}$	
		社会条件风险 $U_{53}$	

#### 3. 构建和求解指标体系判断矩阵

科学赋权是开展施工项目技术整合风险研究的重要环节。本文结合专家打分情况,并采用层次分析法(AHP)和模糊运算,展开技术整合风险量化和权重计算。即“主要依赖专家和决策者的意向而得出相应的结论”<sup>[11]</sup>。就其操作流程而言,首先需要识别技术整合项目中潜在存在的风险,其次通过调查表列出风险子项,最后组织专家对潜在存在风险因素的重要性进行打分和评价。

(1)构建指标体系判断矩阵。作为 AHP 法的基础,通过各级指标重要性两两比较构建判断矩阵。本文通过专家打分,以对风险因素的重要性进行标度,即通过 2 个指标重要性的比较,从而完成各级指标“判断矩阵”构建。

施工项目技术整合一级指标总风险判断矩阵  $U$  为:

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 & 3 \\ 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

施工项目技术整合二级指标进度风险  $U_1$  判断矩阵为:

$$U_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1/2 & 2 & 1/2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

施工项目技术整合二级指标安全风险  $U_2$  判断矩阵为:

$$U_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/3 & 1 \\ 2 & 1 & 1/2 & 1/2 & 2 \\ 3 & 2 & 1 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1/2 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

施工项目技术整合二级指标质量风险  $U_3$  判断矩阵为:

$$U_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 1 & 5 & 5 \\ 2 & 1 & 1 & 4 & 4 \\ 1/2 & 1/5 & 1/4 & 1 & 1 \\ 1/2 & 1/5 & 1/4 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

施工项目技术整合二级指标成本风险  $U_4$  判断

矩阵为:

$$U_4 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 1/6 & 3 \\ 3 & 6 & 1 & 9 \\ 1/5 & 1/3 & 1/9 & 1 \end{bmatrix}$$

施工项目技术整合二级指标其他风险  $U_5$  判断矩阵为:

$$U_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 2 \\ 4 & 1 & 7 \\ 1/2 & 1/7 & 1 \end{bmatrix}$$

(2)求解指标体系判断矩阵。求得各判断矩阵的特征向量分别为:

$$W_U = (0.297\ 6, 0.157\ 9, 0.157\ 9, 0.297\ 6, 0.089\ 0)$$

$$W_{U_1} = (0.147\ 8, 0.089\ 8, 0.147\ 8, 0.217\ 6, 0.089\ 8, 0.217\ 6, 0.089\ 8)$$

$$W_{U_2} = (0.098\ 8, 0.176\ 5, 0.313\ 0, 0.313\ 0, 0.098\ 8)$$

$$W_{U_3} = (0.147\ 8, 0.379\ 4, 0.320\ 1, 0.076\ 4, 0.076\ 4)$$

$$W_{U_4} = (0.248\ 9, 0.110\ 1, 0.590\ 8, 0.050\ 2)$$

$$W_{U_5} = (0.187\ 1, 0.715\ 1, 0.097\ 8)$$

(3)检验一致性。对各判断矩阵进行一致性检验,结果分别为:

$$CI_U = 0.003\ 3, CR_U = 0.003\ 0;$$

$$CI_{U_1} = 0.019\ 7, CR_{U_1} = 0.014\ 9;$$

$$CI_{U_2} = 0.003\ 3, CR_{U_2} = 0.003\ 0;$$

$$CI_{U_3} = 0.003\ 3, CR_{U_3} = 0.003\ 0;$$

$$CI_{U_4} = 0.026\ 6, CR_{U_4} = 0.029\ 6;$$

$$CI_{U_5} = 0.001\ 0, CR_{U_5} = 0.089\ 0;$$

可知各判断矩阵的一致性系数均小于 0.1,说明矩阵的一致性可以接受。

各二级指标层权重值为:

$$W'_{U_{ij}} = W_{U_i} \times W_{U_{ij}} (i=1, \dots, 5; j=1, \dots, 7) \quad (1)$$

式中,  $W_{U_i}$  为施工项目技术整合风险各二级指标值;  $W_{U_{ij}}$  为施工项目技术整合风险的各二级指标层及其对应的指标权重值。最终,施工项目技术整合风险评价指标权重如表 3 所示。

表 3 施工项目技术整合风险评价指标权重

一级指标层( $U$ )	权重	二级指标层( $U_{ij}$ ) 权重
进度风险( $U_1$ )	0.297 6	$(U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15}, U_{16}, U_{17}) = (0.044\ 0, 0.026\ 7, 0.044\ 0, 0.064\ 8, 0.026\ 7, 0.064\ 8, 0.026\ 7)$
安全风险( $U_2$ )	0.157 9	$(U_{21}, U_{22}, U_{23}, U_{24}, U_{25}) = (0.015\ 6, 0.027\ 9, 0.049\ 4, 0.049\ 4, 0.015\ 6)$
质量风险( $U_3$ )	0.157 9	$(U_{31}, U_{32}, U_{33}, U_{34}, U_{35}) = (0.023\ 3, 0.059\ 9, 0.050\ 5, 0.012\ 1, 0.012\ 1)$
成本风险( $U_4$ )	0.297 6	$(U_{41}, U_{42}, U_{43}, U_{44}) = (0.074\ 1, 0.032\ 8, 0.175\ 8, 0.014\ 9)$
其他风险( $U_5$ )	0.089 0	$(U_{51}, U_{52}, U_{53}) = (0.016\ 7, 0.063\ 6, 0.008\ 7)$

由表3可知,进度风险( $U_1$ )和成本风险( $U_4$ )指标所占比重较高,这与施工进度和成本费用指标是施工项目技术整合管理的核心内容相吻合,其中成本风险中作业延期风险( $U_{43}$ )所占比重17.58%,为最大风险,与整个项目管理相吻合。安全风险( $U_3$ )指标与质量风险( $U_4$ )指标次之,是施工项目技术整合管理与运行的基础;其他风险( $U_5$ )指标权重最小,基本反映了施工项目技术整合管理与运行实践现状。可见,本文构建的施工项目技术整合风险评价指标体系,与施工项目技术整合实际运行过程各个风险因素的影响效用一致或符合,具有一定的科学性和客观性,可以作为施工项目团队风险决策的依据。

#### 4. 指标体系验证

由于用经典数学理论难以进行计算性模拟,因此运用模糊数学知识,即用数学语言准确描述风险因素对技术整合系统的影响程度——“建立合理的数学评价模型,从而得到有价值的结论制定相应的风险应对策略”<sup>[12]</sup>。为了验证施工项目技术整合风险指标体系的合理性,选取石油工程建设企业技术整合实践为对象,参照构建的指标体系,邀请10位施工项目管理方面的专家进行打分,并结合模糊评估方法进行施工项目技术整合风险指标体系评估,主要步骤如下。

(1)邀请10位资深专业人员组成评估小组。

(2)评估等划分级。按“优秀”“较好”“一般”“较差”“差”,则评语集合为  $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\} = \{\text{优秀、较好、一般、较差、差}\}$ 。

(3)确定验证施工项目风险指标体系合理性的集合。根据实证研究结果,影响验证HSE管理风险指标体系合理性的集合由表3中5个元素组成,即  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ 。

(4)进行施工项目技术整合风险指标体系集合中单因素评估。

(5)建立施工项目风险指标体系评估模型中的模糊关系 $R$ 。即将5个单因素评估向量按顺序写成矩阵,得到模糊关系矩阵 $R$ 。

10位专家对5个元素给出的评语形成矩阵 $R$ 。

$$R = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.85 & 0 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.8 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

(6)确定施工项目技术整合风险指标体系评估模型中5元素的权重集 $A$ ,令  $A = (a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15})$ 。根据表3求解的权重集:

$$A = (0.297\ 6, 0.157\ 9, 0.157\ 9, 0.297\ 6, 0.089\ 0)$$

(7)按照HSE管理风险指标体系评估模型,运用模糊矩阵乘法的运算法则,进行HSE管理风险指标体系评估。运用模糊矩阵乘法运算法则,计算综合得分( $F$ ):

$$F = A \cdot R = (0.258\ 1, 0.526\ 6, 0.159\ 5, 0.083\ 3, 0.038\ 7)$$

按照最大隶属度原则,施工项目技术整合风险指标体系评估结果52.66%,即“较好”。就项目管理而言,施工项目技术整合风险管理是根据施工项目风险管理目标,对项目技术整合风险因素进行分析和评估,而后进行决策的过程。施工项目能够坚持主动、及时、全过程的管理原则,坚持综合、系统、全方位的管理原则,坚持可行、适用、有效性的管理原则,即从技术经济及管理维度较好地开展了技术整合管理与实践,推进了项目管理增值与成功。

本施工项目技术整合风险指标体系便于有效处理相关问卷资料,为企业施工项目技术整合风险管理提供决策依据。一是注意分析和把握施工项目技术整合活动中的创新行为、创新激励、创新管理问题。二是注意分析和把握技术整合过程中的无形风险损失,有效解决技术整合方案的风险管理问题。三是注重团队成员动态风险管理能力的培养,不断丰富工程项目管理理论与实践。

## 四、结 语

从施工项目技术整合风险识别、风险评估以及风险应对多个方面进行了分析和研究,认为风险识别是施工项目技术整合风险管理的基础,面对工程项目复杂系统,通过风险的辨识、风险分析和风险评估,尤其是多种分析方法的结合,并根据多层次风险特点,能够实现对风险进行预警、控制和获取赢利机会的目的。值得一提的是,动态能力是“企业感知机会、整合资源、重构竞争力的一种组织能力”<sup>[13]</sup>,施工项目技术整合风险尽管难以把握,但运用系统的理论和分析技术,以及团队成员动态风险管理能力的提升,施工项目技术整合风险能得以很好的应对,并实现正偏离而获得赢利。随着世界经济一体化发展,工程项目管理的技术方法也在不断

创新,由此可以从根本上回避诸多风险,但也派生出人们难以辨识新的风险,需要通过组织内部和组织间的学习分析和研究新的解决方案。研究表明,越来越多的知识和资源都是企业通过与外部不同类型的组织发生合作关系而取得的<sup>[14]</sup>。换言之,这些新的风险及管理方法还要基于新发展理念做进一步的分析和研究。

### 参 考 文 献

- [1] 陈勇强,顾伟. 工程项目风险管理研究综述[J]. 科技进步与对策,2012,29(18):157-160.
- [2] 丁士昭. 工程项目管理[M]. 北京:高等教育出版社,2017.
- [3] 陈伟珂. 工程项目风险管理[M]. 北京:人民交通出版社,2008.
- [4] 克里斯·查普曼. 项目风险管理的过程、技术和洞察力[M]. 李兆玉,等译. 北京:电子工业出版社,2003.
- [5] EMRAH A, YASEMIN G. Prediction of risk perception by owners' psychological traits in small building contractors [J]. Construction Management and Economics, 2011, 29(8):841-852.
- [6] WANG J. YUAN H. Factors affecting contractors' risk attitudes in construction projects: case study from China [J]. International Journal of Project Management, 2011, 29(2):209-219.
- [7] SAKKA Z I, EL-SAYEGH, S M. Float consumption impact on cost and schedule in the construction industry [J]. Journal of Engineering and Management, 2007, 133(2):124-130.
- [8] 吴超,王秉. 近年安全科学研究动态及理论进展[J]. 安全与环境学报,2018(2):588-594.
- [9] 严复海,党星,颜文虎. 风险管理发展历程和趋势综述[J]. 管理现代化,2007(2):30-33.
- [10] POH Y P, TAH J H M. Integrated duration-cost influence network for modeling risk impacts on construction tasks [J]. Construction Management and Economics, 2006 (24):861-868.
- [11] MAKARAND H, AURY S. ICRAM-1: Model for international construction risk assessment[J]. Canadian Metallurgical Quarterly,2000,16(1):59-69.
- [12] SANGYOUB L, DANIEL W. HALPIN. Predictive tool for estimating accident risk [J]. Canadian Metallurgical Quarterly, 2003, 129(4):431-436
- [13] EISENHARDT, K M, MARTIN J A. Dynamic capabilities: what are they? [J]. Strategic Management Journal, 2000,21(11):1105-1121.
- [14] 戴建平,骆温平. 组织间学习与供应链价值创造研究——基于物流企业与供应链上下游客户多边合作视角[J]. 技术经济与管理研究,2017(8):48-52.

## A Research on the Risk Identification and Evaluation of Technical Integration of Construction Projects

NIE Zeng-min<sup>1,2</sup>, CHEN Li-wen<sup>2</sup>

(1. Office of Academic Research, Shangrao Normal University, Shangrao 334001, China;

2. School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

**Abstract:** The technical integration risk in construction project refers to the uncertainty and possible danger existing in the technical integration activities of construction project which are carried out by the construction project organization (the project management department) to achieve the project objectives. Based on the investigation of technical integration risk management of construction projects, this paper establishes a hierarchical model of risk factors. It identifies and collects the risk factors and their weights by using analytic hierarchy process (AHP) and further determines the risk management level of technical integration of construction enterprises. It is found that the indicators of schedule risk ( $U_1$ ) and cost risk ( $U_4$ ) account for a high proportion, which is consistent with the fact that the indicators of construction schedule and cost are the core contents of technical integration management of construction projects, while the risk of job delay ( $U_{43}$ ) accounts for 17.58% of the cost risk, which is the biggest risk, and is consistent with the whole project management. This paper further discusses the countermeasures to deal with the technical integration risks of construction projects and the frontier issues that require attention.

**Key words:** construction project; technology integration risk; identification and evaluation.

【编辑 王思齐】